

APLIKASI GLUTEN ENKAPSULASI PADA PROSES PEMBUATAN MIE TAPIOKA*

(The Application of Encapsulated Gluten on Tapioca Wet Noodle Making Processing)

Husniati¹, Siti Nurdjanah² dan Ryan Prakasa²

¹Balai Riset dan Standardisasi Industri Bandar Lampung,

Jl. By Pass Soekarno Hatta Km 1 Rajabasa Bandar Lampung, Indonesia

²Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro 1, Bandar Lampung, Indonesia

e-mail: husniati@kemenperin.go.id

Naskah diterima 5 Februari 2015, revisi akhir 27 Maret 2015 dan disetujui untuk diterbitkan 29 Maret 2015

ABSTRAK. *Gluten adalah protein spesifik yang ditemukan dalam gandum, dan diperlukan untuk meningkatkan elastisitas dan tekstur adonan berbasis karbohidrat. Gluten, yang diisolasi dari gandum, dapat digunakan dalam bentuk bebas maupun terenkapsulasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan gluten enkapsulasi pada tapioka selama produksi mie basah. Parameter yang diteliti adalah tekstur, organoleptik dan sifat pasta dari mie. Rasio gluten enkapsulasi terhadap tapioka adalah 97%:3%, 96%:4% dan 95%:5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan gluten enkapsulasi sebanyak 3% b/b memberikan mie terbaik dengan karakteristik viskositas setback, kehilangan memasak (cooking loss) rendah dan organoleptik disukai oleh panelis.*

Kata kunci: *gluten enkapsulasi, kehilangan memasak, mie basah, organoleptik, tapioka*

ABSTRACT. *Gluten is a specific protein found in wheat and functionally needed to improve its elasticity and texture of carbohydrate-based dough. Gluten, isolated from wheat, can be used in the free-form or encapsulation. The aim of this research was to investigate the effects of encapsulated gluten addition on properties of tapioca for wet noodle production. The parameters studied were texture, sensory, and pasting properties of the noodles. The ratios of encapsulated gluten to tapioca were 97%:3%, 96%:4% and 95%:5%. The results showed that the use of encapsulated gluten as much as 3% w/w gave the best noodle with the characteristics of setback viscosity, low cooking loss and organoleptically preferred by panelists.*

Keywords: *cooking loss, encapsulated gluten, organoleptic, tapioca, wet noodle*

1. PENDAHULUAN

Mie merupakan salah satu makanan favorit bagi tua dan muda di Indonesia dan negara-negara Asia lainnya. Mie disukai tidak hanya murah, dan cepat selama penyajian, tetapi juga dipengaruhi oleh kesukaan dari warna, ukuran, bentuk, tekstur dan aroma. Tekstur dan aroma dipengaruhi oleh karakteristik tepung, proses pembuatan serta bahan baku lainnya atau bahan kimia tambahan (Dick dan Matsuo, 1988).

Mie dengan bahan baku tepung terigu telah dikenal dan digemari di Indonesia, namun bahan baku terigu diimpor dari Australia. Sejalan dengan itu, bangsa kita dituntut oleh kemandirian dan diversifikasi pati lokal untuk memenuhi diversifikasi pangan bukan pati berbasis gandum sebagai bentuk realisasi dari UU Nomor 18 Tahun 2012 tentang pangan. Pengembangan bahan baku mie saat ini tidak hanya dari tepung terigu bahkan telah dikembangkan dari sumber karbohidrat

* Artikel ini telah dipresentasikan pada acara The ASEAN Conference on Science and Technology 2014 (ASEAN CoSaT 2014) tanggal 18-19 Agustus 2014 di IPB International Convention Center - IPBICC, Bogor, Indonesia.

lokal untuk menggantikan sebagian atau keseluruhannya.

Mie tapioka dibuat dari bahan baku pati singkong/tapioka. Penduduk wilayah Jawa mengenal mie tapioka dengan sebutan mie letek karena penampilan lusuh setelah dimasak. Mie tapioka juga telah dikembangkan sebagai bahan baku dalam pembuatan produk makanan dan kuliner lainnya. Substitusi tepung terigu dengan tepung tapioka merupakan salah satu pengembangan alternatif pati lokal untuk bahan baku pembuat mie.

Maryani (2013) menyatakan bahwa karakteristik mie tapioka adalah lengket, warna kurang menarik, sulit untuk dicerna, khas aroma tapioka dan tinggi *cooking loss*. Permasalahan tersebut membuat tapioka kurang diminati konsumen dari penampilan warna dan mudah patah selama proses pembuatan. Tapioka tidak mengandung gluten dan memiliki kandungan amilopektin yang tinggi yaitu 70% (Van Hung, *et.al.*, 2006). Karakteristik tersebut membuat adonan mudah hancur, tidak kompak dan sangat lengket setelah pemanasan.

Sifat intrinsik dari seluruh pati dan berkaitan erat dengan kualitas mie ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya rasio amilosa dengan amilopektin, sifat-sifat pembentukan pasta, *swelling power* (Toyokawa, *et.al.*, 1989; Crosbie, 1991), kadar protein (Baik, *et.al.*, 1994) serta kondisi proses seperti penyerapan air, pencampuran dan pembentukan lembaran. Bila ditinjau dari sifat intrinsik tepung terigu maka kandungan utamanya terdiri dari pati dan protein gluten yang menentukan elastisitas makanan (Hu, *et.al.*, 2007). Wrigley, *et.al.* (2006) menemukan gluten gandum sebagai protein heterogen yang terdiri dari glutenin dan gliadin. Tanaka dan Bushuk (1973) menyatakan bahwa mencampur tepung dengan air memberikan interaksi antara gliadin dan glutenin untuk membentuk sistein, ikatan disulfida kovalen yang berperan dalam pembentukan dan pengembangan adonan viskoelastik dan diperkuat oleh ikatan hidrogen dari air.

Pembuatan mie basah dari tepung terigu memberikan tingkat elastisitas mie tinggi dan tidak mudah patah (Hou dan Kruk, 1998). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan gluten enkapsulasi dalam upaya meningkatkan kualitas mie yang dihasilkan dari tapioka. Penelitian ini menggunakan gluten bebas dan gluten enkapsulasi dalam matriks tertentu. Penelitian ini diharapkan mendapatkan proporsi mie basah tapioka yang memberikan optimasi terhadap nilai viskositas, organoleptik dan *cooking loss* melalui penggunaan tapioka sebanyak mungkin terhadap efek penambahan gluten enkapsulasi.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah tapioka yang diperoleh dari industri tapioka di Lampung Tengah (merek KD) dengan spesifikasi residu 325 mesh maksimal 0,25%. Gluten komersial diperoleh dari Biowanze BE-4520 SA, Belgia dengan kandungan protein (*Kjeldahl*) 76%. Gluten enkapsulasi diperoleh dari Penelitian Husniati (belum dipublikasikan) dengan *wall material* terdiri dari maltodekstrin dan gum arab. Air mineral dalam kemasan, telur dan garam beryodium juga digunakan dalam pembuatan mie basah tapioka. Bahan kimia yang digunakan dalam analisis proksimat adalah kadar protein, pati dan lipid (AOAC, 1995) adalah produk dari MERCK.

Persiapan Bahan Baku

Bahan baku untuk pembuatan mie ditunjukkan pada Tabel 1, yang terdiri dari tujuh perlakuan dan empat ulangan.

Pembuatan Mie

Tapioka (10 g) digelatinisasi awal (Manchun, 2012) dalam 20 mL air selama 1 menit kemudian semua komponen dicampurkan (Tabel 1) dan diremas dengan tangan sampai kalis. Adonan kalis dibuat lembaran menggunakan mesin penggiling mie dan dipotong memanjang dengan ketebalan 1-2 mm (Budiyah, 2005; Husniati dan Devi, 2013).

Tabel 1. Proporsi bahan baku dalam pembuatan mie basah

Bahan Baku	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Tapioka (g)	150	142,5	135	130,5	145	144	142,5
Gluten bebas (g)	-	7,5	15	19,5	-	-	-
Gluten enkapsulasi (g)	-	-	-	-	4,5	6	7,5
Air (mL)	20	20	20	20	20	20	20
Telur (jumlah)	1	1	1	1	1	1	1
Garam (g)	3	3	3	3	3	3	3

Tabel 2. Karakteristik sifat pasta pada masing-masing proporsi

Perlakuan	PT (°C)	PV (BU)	FV (BU)	Break down (BU)	Setback (BU)
Tapioka: Gluten bebas					
95:5 (G1)	74,8	561	501	311	175
90:10 (G2)	76,2	462	530	241	122
87:13 (G3)	77,7	409	484	204	132
Tapioka: Gluten enkapsulasi					
97:3 (G4)	73,8	563	559	324	329
96:4 (G5)	74,0	518	515	295	298
95:5 (G6)	73,7	518	508	299	290
Tapioka 100% (G0)	67,1	648	642	370	351

Ket.: PT = suhu pasta, PV = viskositas puncak, FV = viskositas akhir, BU = *Brabender Units*

Pengamatan

Sifat Pasta

Brabender Micro Visco-Amylo-Graph digunakan untuk menentukan sifat pasta pati. Sebanyak 6% b/v sampel pati disuspensi dalam air dan dianalisis dalam dua ulangan dengan profil suhu pada fase isothermal awal adalah 30°C kemudian suhu dinaikkan secara teratur menjadi 95°C dengan kecepatan 7,5°C/menit dan dijaga pada suhu 95°C selama 5 menit, diikuti tahap akhir adalah penurunan suhu secara teratur yaitu 50°C dan mencapai titik isothermal pada suhu ini selama 1 menit (Husniati dan Nunuk, 2014).

Uji Organoleptik

Pengamatan dilakukan berdasarkan uji hedonik untuk penerimaan keseluruhan dan uji *scoring* untuk parameter warna dan elongasi. Mie basah tapioka dinilai oleh 20 panelis yang terbiasa mengkonsumsi (Meilgaard, 1999) dengan G0 sebagai kontrol mie basah tapioka, G1-G3 dengan penambahan gluten bebas, dan G4-G6 untuk gluten enkapsulasi.

Cooking Loss

Penentuan *cooking loss* dilakukan dengan merebus 5 g mie dalam 150 ml air selama 2,5 menit lalu mie ditiriskan dan dicuci dengan air kemudian ditiriskan lagi selama 5 menit. Mie dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C sampai berat konstan. *Cooking loss* dinyatakan sebagai persen berat (Oh, et.al., 1983).

Analisis Proksimat

Mie diperoleh dari pengamatan reologi dan penilaian organoleptik terbaik selanjutnya ditentukan kadar air, abu, lemak, protein dan pati (AOAC, 1995).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Pasta

Sifat-sifat pasta setiap proporsi bahan baku disajikan pada Tabel 2. Secara umum, perubahan kenaikan suhu pasta (PT) dengan penambahan gluten enkapsulasi pada tapioka yaitu berkisar dari 67,1°C hingga 73,7-74°C, sedangkan penambahan proporsi gluten bebas cenderung meningkatkan suhu dari 67,1°C hingga 74,8-77,7°C. Suhu pasta dapat memberikan indikasi biaya, energi dan

stabilitas komponen makanan. Kajian ekonomi skala industri menempatkan *input* energi selama gelatinisasi adalah bagian penting dari pengelolaan biaya yang ditekan dari kenaikan (Thao dan Noomhorm, 2011).

Viskositas puncak (PV) dari semua gluten enkapsulasi (G4-G6) muncul pada kisaran 518-563 BU sedangkan gluten bebas (G1-G3) ditemukan pada kisaran 409-561 BU (*Brabender Unit*). Kecenderungan penurunan PV dari dua perlakuan ini dapat dijelaskan oleh perbedaan ukuran butir. Zakpaa, *et.al.* (2010) menyatakan bahwa karakteristik pasta bergantung pada ukuran granul dan kandungan amilosa. Granula pati berukuran besar cenderung membangun viskositas lebih tinggi karena ukuran fisik granul membuatnya lebih sensitif terhadap geser. Butiran lebih besar memiliki luas permukaan lebih rendah terhadap volume, ikatan hidrogen dan granul sangat lemah, meningkatkan *swelling power* dan mempengaruhi kecenderungan retrogradasi (*setback*).

Efek ukuran granul ditemukan pada proporsi gluten enkapsulasi dan bebas. Asumsi pertama adalah granul dari tapioka berukuran sama sehingga pengaruhnya ditentukan oleh proporsi gluten enkapsulasi dan bebas. Penambahan gluten enkapsulasi memberikan rasio luas permukaan terhadap volume tinggi sehingga lebih kuat dalam ikatan hidrogen dan kurang sensitif terhadap geser. Dibandingkan dengan G0, penambahan gluten enkapsulasi pada G4-G6

memberikan kecenderungan PV menurun dan mencapai stabilitas pasta pada G0 dan G4. Hal ini ditunjukkan dengan viskositas *setback* G0 dan G4 lebih tinggi dari gluten bebas G1-G3. Ketidakstabilan pasta G1-G3 dari gluten bebas ditunjukkan dari viskositas *setback* rendah karena gluten rentan pada suhu tinggi. Asumsi kedua adalah kecenderungan penurunan PV yang berkaitan dengan rasio pengurangan amilosa dengan amilopektin tepung tapioka diganti dengan gluten, baik gluten enkapsulasi maupun bebas. Kedua kondisi perlakuan mempengaruhi karakteristik pasta. Fredriksson, *et.al.* (1998) menemukan bahwa suhu puncak gelatinisasi meningkat dengan penurunan kandungan amilosa. Oleh karena itu, dapat dinyatakan bahwa kriteria penting lain untuk mie adalah pati dengan kadar amilosa, *setback* dan viskositas akhir lebih tinggi (Bhattacharya, *et.al.*, 1999; Claver, *et.al.*, 2010).

Uji Organoleptik (Warna, Elongasi dan Penerimaan Keseluruhan)

Hasil uji organoleptik ditunjukkan pada Tabel 3 bahwa panelis memberikan penilaian terhadap warna berkisar 2,2-4,71 (skor dari warna putih hingga sangat kuning dalam kisaran 1-5), skor elongasi 4,0-6,9 (skor dari mudah putus sampai tidak mudah putus dalam rentang 1-10) serta skor penerimaan keseluruhan berkisar 2,2-4,8 (skor dari sangat tidak suka sampai sangat suka dalam kisaran 1-5).

Tabel 3. Uji organoleptik pada berbagai proporsi mie basah tapioka

Perlakuan	Warna	Elongasi	Penerimaan keseluruhan
G0 : tapioka 100%	2,200 ^d	4,013 ^d	2,213 ^e
G1 : tapioka 95%, gluten bebas 5%	2,300 ^d	5,838 ^{bc}	2,925 ^d
G2 : tapioka 90%, gluten bebas 10%	3,100 ^c	6,000 ^b	3,288 ^{cd}
G3 : tapioka 87%, gluten bebas 13%	3,100 ^c	6,000 ^b	3,750 ^b
G4 : tapioka 97%, gluten enkapsulasi 3%	3,900 ^b	6,925 ^a	4,863 ^a
G5 : tapioka 96%, gluten enkapsulasi 4%	4,713 ^a	6,213 ^{ab}	3,650 ^{bc}
G6 : tapioka 95%, gluten enkapsulasi 5%	3,138 ^c	5,163 ^c	3,363 ^{bc}
BNJ (0,05) =	0,484	0,809	0,401

Ket.: angka-angka yang terletak dalam satu kolom dan diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ (beda nyata jujur) 5 %. Misal a tidak berbeda nyata dengan ab, a berbeda nyata dengan b.

Skor Warna pada Tabel 3 menunjukkan bahwa penambahan gluten bebas pada porsi G3 memiliki kecenderungan untuk mengubah warna mie menjadi kekuningan. Pada porsi rendah (G1), mie masih menyerupai mie tapioka (G0). Penambahan gluten enkapsulasi (G4-G5) menghasilkan mie basah kekuningan bersifat terang dan lebih optimum pada G5. Warna mie gluten enkapsulasi lebih stabil dalam *shelf life*. Sementara itu, Oh, *et.al.* (1985) menyatakan bahwa mie protein tinggi memiliki struktur tebal sehingga memberikan sedikit refleksi warna. G1 dan G0 tidak memberikan perbedaan warna dan mirip satu sama lain. Derosier (1998) menyatakan bahwa zat warna dengan karakteristik fisiknya dalam makanan memberikan indikasi kualitas visual. Oh, *et.al.* (1985) menyatakan bahwa penyerapan air dari adonan mie mempengaruhi kekuatan warna adonan.

Elongasi mie dipengaruhi oleh proses pembuatan, penambahan bahan baku dan proses menguleni. Proses gelatinisasi awal membuat gel dari adonan tapioka bersama air panas yang berlangsung pada penelitian ini selama 45 detik pada suhu 50-95°C. Gelatinisasi awal sebagai upaya mempercepat proses retrogradasi untuk memperbaiki struktur mie (Manchun, 2012; Tan, *et.al.*, 2009). Gelatinisasi terjadi ketika pati dipanaskan secara terus-menerus dalam air berlebih dan umumnya makanan olahan yang mengandung pati akan tergelatinisasi. Uji BNJ 5% menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan dalam G4 dan G5, dan G1, G2, dan G3. Sementara G6, secara signifikan berbeda dari G0, G1, G2, G3, G4, dan G5. Demikian pula, G0 berbeda nyata dengan G1, G2, G3, G4, G5, dan G6. Tapioka 100% (G0) tanpa penambahan gluten menghasilkan mie mudah patah dan elongasi rendah. Menurut Pomerantz dan Shellenberger (1971) bahwa pengikatan air oleh protein dalam gluten memberikan sifat elastis adonan namun terlalu banyak air akan mengakibatkan adonan lembek demikian pula bila air terlalu sedikit memberikan adonan sedikit kekuatan kohesifnya (Faubion dan Hoseney 1989).

G6 dengan penambahan gluten enkapsulasi menghasilkan adonan terlalu lembut, basah, lembek dan miskin elongasi.

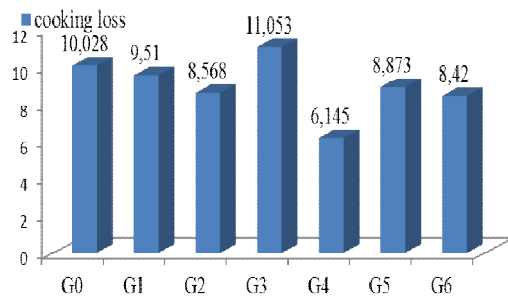
Lebih lanjut, Zaidel, *et.al.* (2008) menyatakan bahwa pati dan protein memiliki peran dalam menentukan karakteristik tekstur sementara karakteristik reologi gluten menunjukkan pengerasan regangan selama perpanjangan. Cubadda (1993) menyatakan bahwa tepung terigu mengandung protein tinggi untuk memproduksi pasta yang memiliki karakteristik reologi yang kuat sementara gluten saja tidak cukup untuk menentukan kualitas memasak yang baik karena banyak faktor lain yang mempengaruhi sifat fisik yang diperlukan untuk kualitas pasta seperti permukaan lengket, toleransi memasak, penyerapan air, tingkat membengkak (*swelling*) dan *cooking loss*, serta kuantitas dan kualitas protein (Dexter, *et.al.*, 1980).

Penambahan gluten baik bebas maupun enkapsulasi memberikan pengaruh pada penerimaan keseluruhan dengan skor berkisar dari tidak suka sampai disukai. Hasil uji Tukey BNJ 5% menunjukkan bahwa G4 benar-benar berbeda dengan G0, G1, G2, G3, G5 dan G6. Berdasarkan jumlah penambahan gluten enkapsulasi (3% pada G4) memberikan efektifitas penilaian panelis dengan mie berwarna kekuningan, struktur kaku, tidak terlalu lembek dan tidak mudah patah. Penilaian panelis secara langsung melalui uji organoleptik dapat mengevaluasi produk akhir meskipun kadang kala kurang obyektif (Crosbie, 1991). Namun demikian, Danza, *et.al.* (2014) menyatakan bahwa pengukuran sifat-sifat sensori seperti rasa, bau dan konsistensi adalah pelengkap untuk atribut gizi dan teknis saat menilai kualitas bahan makanan.

Cooking loss

Cooking loss masing-masing proporsi pembuatan mie menggunakan uji Tukey BNJ ditunjukkan pada Gambar 1. *Cooking loss* G4 lebih rendah daripada G1, G2, G3, G5, G6 dan G0. Hal ini disimpulkan bahwa tingkat kehilangan padatan selama proses pemasakan G4 lebih sedikit daripada proporsi yang lain.

Perbedaan besar kecilnya *cooking loss* menunjukkan ada tidaknya gluten yang ditambahkan, daya tahan struktur mie terhadap kerusakan dan durasi memasak. Uji ini cukup penting untuk produk mie karena *cooking loss* lebih rendah menunjukkan tingkat homogenitas yang baik dari struktur adonan.



Gambar 1. *Cooking loss* dari semua proporsi pembuatan mie basah

Liu, *et.al.* (1996) menyatakan bahwa pati kurang berpengaruh pada *cooking loss* namun protein mempengaruhi kekuatan terhadap *cooking loss*. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada proporsi penambahan gluten bebas maupun enkapsulasi kecuali G3, sesuai dengan dalil-dalil yang disebutkan di atas tergantung pada konsentrasi dan efektivitas. Kondisi gluten bebas pada konsentrasi 13% cenderung permukaan mie rentan terhadap disintegrasi. Suhu tinggi mendenaturasi glycinin dikaitkan tiga atau empat ikatan disulfida yang ada dalam struktur protein dapat terdisosiasi pada pemanasan di atas suhu 85°C (Bainy, *et.al.*, 2010).

Analisis Proksimat

Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui komposisi gizi mie G4. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil uji proksimat maka proporsi G4 sudah memenuhi standar kualitas mie basah (SNI 01-2987-1992). Protein dan lipid memainkan peran penting dalam retensi amilosa dalam mie pati selama pemasakan sehingga meminimalisasikan *cooking loss* (Swinkels, 1985).

Tabel 4. Analisis proksimat dari G4

Parameter	Hasil (%)	SNI 01-2987-1992
Kadar air	28,74	20-35
Kadar abu	0,74	Max 3
Kadar lipid	0,37	-
Kadar protein	2,98	Min 3
Kadar pati	62,93	-

Fosfolipid membentuk kompleks heliks dengan pati cenderung mengurangi kapasitas pengikatan air dan meningkatkan opasitas dan tanaman umbi mengandung rendah lemak (<0,6-0,8%) (Moorthy, 2002). Singh, *et.al.* (2003) menyatakan bahwa viskositas pasta menurun dengan peningkatan fosfolipid.

4. KESIMPULAN

Proporsi G4 yang mengandung 97% tapioka yaitu 3% gluten enkapsulasi memberikan viskositas *setback* tinggi sebagai mutu pasta (329 BU) dan *cooking loss* rendah (6,1%). Efektifitas pada uji organoleptik secara statistik menghasilkan mie tapioka terbaik berdasarkan warna kekuningan (seperti karakter mie terigu), elongasi dan penerimaan keseluruhan. Analisis proksimat berturut-turut adalah kadar air 28,74%, kadar abu 0,74%, lemak 0,37%, protein 2,98% dan pati 62,93%, memenuhi standar kualitas mie basah yaitu SNI 01-2987-1992.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Baristand Industri Bandar Lampung untuk biaya penelitian, PT. Umas Jaya Agrotama untuk sampel tapioka dan CV. Nanotech Indonesia untuk kerjasama penelitian dalam pembuatan gluten enkapsulasi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Tanaka Ryohei, Ph.D (JICA Silver Expert) dan Eva Oktarina (Balai Besar Kimia Kemasan) yang telah membantu dalam diskusi.

DAFTAR PUSTAKA

AOAC International. (1995). *Official methods of analysis of AOAC International*, 16th ed., Arlington, VA, USA:

- Association of Analytical Communities. (pp.1130).
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. *Mie Basah*. SNI 01-2987-1992. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Baik, B.-K., Czuchajowska, Z. & Pomeranz, Y. (1994). Role and contribution of starch and protein contents and quality to texture profile analysis of oriental noodles. *Cereal Chemistry*, 71(4), 315-320.
- Bainy, E.M., Corredig, M., Poysa, V., Woodrow, L. & Tosh, S. (2010). Assessment of the effects of soy protein isolates with different protein compositions on gluten thermosetting gelation. *Food Research International*, 43(6), 1684–1691.
- Bhattacharya, M., Zee, S.Y. & Corke, H. (1999). Physicochemical properties related to quality of rice noodles. *Cereal Chemistry*, 76(6), 861-867.
- Budiyah. (2005). *Pemanfaatan pati dan protein jagung (corn gluten meal) dalam pembuatan mi jagung instan*. Skripsi. Departemen Teknologi Pertanian dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Claver, I.P., Zhang, H. Li, Q. Zhu, K. & Zhou, H. (2010). Impact of the Soak and the Malt on the Physicochemical Properties of the Sorghum Starches. *Int. J. Mol. Sci.*, 11(8), 3002-3015.
- Crosbie, G.B. (1991). The relationship between starch swelling properties, pasta viscosity, and boiled noodle quality in wheat flours. *J. of Cereal Sci.*, 13(2), 145-150.
- Cubadda, R. (1993). Pasta and macaroni: Methods of manufacture, in *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, vol. 5, R.K. Robinson and M.J. Sadler, Eds., London: Academic Press. (pp. 3728-3433).
- Danza, A., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Laverse, J., Lampignano, V., Contò, F. & Nobile, M.A.D. (2014). Effect of wholemeal durum wheat varieties on bread quality. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 977-988.
- Dexter, J.E., Matsuo, R.R., Kosmolak, F. G., Leisle, D. & Marchylo, B.A. (1980). The suitability of the SDS-sedimentation test for assessing gluten strength in durum wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 60(1), 25-29.
- Dick, J. W., & Matsuo, R. R. (1988). Durum wheat and pasta products. *Wheat: Chemistry and technology*, 2, 507-547.
- Desrosier, N.W. (1988). *Teknologi pengawetan pangan*. Jakarta :UI-Press. (320 hlm.).
- Faubion, J.M. & Hoseney, R.C. (1989). The viscoelastic properties of wheat flour doughs. In *Dough Rheology and Baked Product Texture* (pp. 29–66). H.A. Faridi, J.M. Faubion, Eds. New York, USA: Van Nostrand Reinhold.
- Fredriksson, H., Silverio, J., Andersson, R., Eliasson, A.-C. & Aman, P. (1998). The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization and retrogradation properties of different starches. *Carbohydrate Polymers*, 35(3), 119-134.
- Hou, G., Kruk, M., & Center, W. M. (1998). Asian noodle technology. *Technical Bulletin*, 20(12), 1-10.
- Hu, X.Z., Wei, Y.M., Wang, C. & Kovacs, M.I.P. (2007). Quantitative assessment of protein fractions of Chinese wheat flours and their contribution to white salted noodle quality. *Foodres.*, 40(1), 1-6.
- Husniati & Devi, A.F. (2013). Effect of the addition of glucomannan to the quality of composite noodle prepared from wheat and fermented cassava flours. *J. Basic. Appl. Sci. Res.*, (3)1, 1-4.
- Husniati & Widhyastuti, N. (2013). Quality improvement of cassava flour using fermentation technology to produce mocaf flour. *Jurnal of Industrial Research*, (7)1, 25-33.
- Kim, Y.S., Wiesenborn, D.P., Lorenzen, J.H. & Berglund, P. (1996). Suitability of edible bean and potato starches for starch noodles. *Cereal Chem.*, (73)3, 302-308.
- Liu, C.-Y., Shepherd, K.W. & Rathjen, A.J. (1996). Review: Improvement of durum wheat pastamaking and breadmaking qualities. *Cereal Chem.* (73)2, 155-166.

- Manchun, S., Piriaprasarth, S., Patomchaiviat, V., Limmatvapirat, S. & Sriamornsak, P. (2012). Effect of physical aging on physical properties of pregelatinized tapioca starch. *Advanced Materials Research*, 506, 35-38.
- Maryani, N. (2013). Studi pembuatan mie kering berbahan baku tepung singkong dan mocol (modified cassava flour). *Jurnal Sains Terapan* [Online]. 1-15. Available: http://diploma.ipb.ac.id/uploads/images/jurnal/file/6b42f48deab0be47d8589d7fefca5917_Paper_Jurnal_Neny_Maryani_-_A5.pdf.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. & Carr, B. T. (1999). *Sensory evaluation technique*. New York: CRC Press.
- Moorthy, S. N. (2002). Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: A review. *Starch/Stärke*, 54(12), 559-592.
- Oh, N.H., Seib, P.A., Deyou, C.W. & Ward, A.B. (1983). Noodles, measuring the textural characteristics of dry noodles. *Cereal Chemistry*, 60, 433-437.
- Oh, N. H., Seib, P. A. & Chung, D.S. (1985). Noodles III. Effects of processing variables on quality characteristics of dry noodles. *Cereal Chem.*, 62, 437-440.
- Pomeranz, Y. & Shellenberger. (1971). *Bread science and technology*. Westport, Connecticut: AVI Publishing Co. Inc.
- Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Sodhi, N.S. & Gill, B.S. (2003). Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Hydrocolloids*, 81(2), 219-231.
- Swinkels, J.J.M. (1985). Composition and properties of commercial starches. *Starch/Stärke*, 37(1), 1-5.
- Tan, H.-Z., Li, Z.-G. & Tan, B. (2009). Starch noodles: History, classification, materials, processing, structure, nutrition, quality evaluating and improving. *Food Research International*, 42(5), 551-576.
- Tanaka, K. & Bushuk, W. (1973). Changes in flour proteins during dough mixing. I. Solubility results. *Cereal Chemistry*, 50, 590-596.
- Thao, H.M. & Noomhorm, A. (2011). Physicochemical properties of sweet potato and mung bean starch and their blends for noodle production. *J. Food Process Technol.*, 2(1), 1-9.
- Toyokawa, H., Ubenthaler, G.L., Powers, J.R. & Schanus, E.G. (1989). Japanese noodle qualities. I. Flour component. *Cereal. Chem.*, 66(5), 382-386.
- Van Hung, P., Maeda, T., & Morita, N. (2006). Waxy and high-amylose wheat starches and flours—characteristics, functionality and application. *Trends in Food Science & Technology*, 17(8), 448-456.
- Wrigley, C. W., Békés, F. & Bushuk, W. (2006). Gluten: A balance of gliadin and glutenin, in *Gliadin and glutenin. The unique balance of wheat quality*, C. W. Wrigley, F. Békés, and W. Bushuk, Eds., St. Paul, MN, USA: AACC Inc. (pp. 1-32).
- Zaidel, D.N.A., Chin, N.L., Abdul Rahman, R. & Karim, R. (2008). Rheological characterisation of gluten from extensibility measurement. *Journal of Food Engineering*, 86(4), 549-556.
- Zakpaa, H. D., Al-Hassan, A. & Adubofour, J. (2010). An investigation into the feasibility of production and characterization of starch from “apantu” plantain (giant horn) grown in Ghana. *African Journal of Food Sci.*, 4(9), 571 – 577.